

Anna GRADOWSKA, Mieczysław POŁOŃSKI

Katedra Geoinżynierii, SGGW

Department of Geotechnical Engineering, WULS – SGGW

Wpływ uwarunkowań środowiskowych na koszty realizacji inwestycji drogowych na przykładzie przebudowy odcinka drogi krajowej S7

Environmental conditions influence on the implementation costs on the example of rebuilding part of the national road S7

Słowa kluczowe: droga krajowa, ochrona środowiska, wymogi techniczne, obiekty inżynierijne, koszty realizacji

Key words: national road, environmental protection, technical requirements, engineering structures, implementation cost

Wprowadzenie

Liczba nowoczesnych dróg na terenie Polski stale rośnie. Z drugiej strony wzrasta również świadomość ekologiczna i spowodowane tym i dopasowaniem do przepisów UE zaostrzenie przepisów prawnych w zakresie wymaganych zabezpieczeń. Zatem budując lub przebudowując drogę, należy uwzględnić zarówno potrzeby użytkowników drogi, jak i ochrony środowiska. Można zastosować wiele rozwiązań technicz-

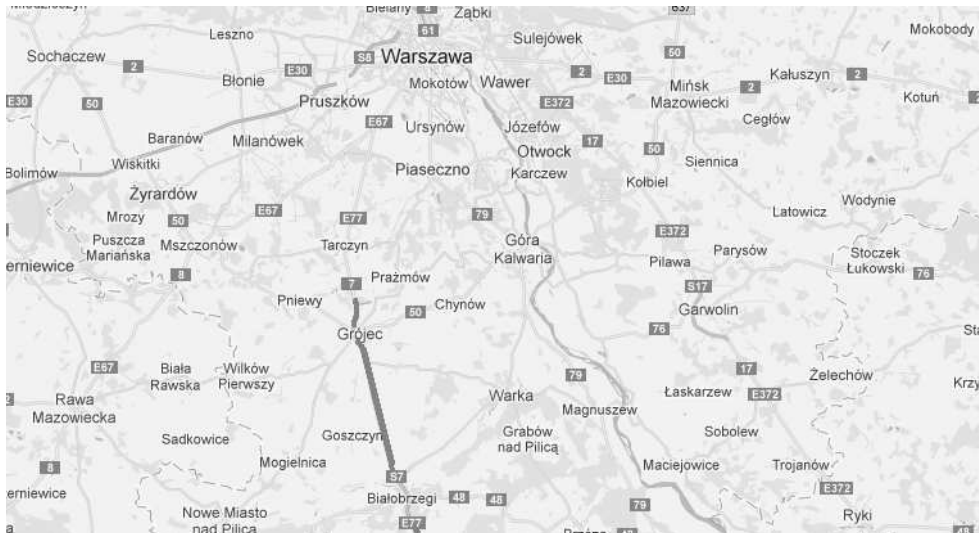
nych, jednak muszą one spełniać wymogi polskiego i europejskiego prawa, uwzględniać istniejący stan środowiska oraz ograniczenia finansowe. Wszystkie te uwarunkowania wpływają na wybór konkretnych rozwiązań projektowanych w ramach każdej inwestycji, a w konsekwencji na koszt wykonania tych urządzeń. W artykule przedstawiono wyniki analizy porealizacyjnej wykonanej dla trzech przykładowych odcinków przebudowywanej drogi krajowej S7. W analizie pominięto aspekty prawne będące podstawą zaproponowanych rozwiązań, a skupiono się na charakterystyce zastosowanych rozwiązań technicznych dla każdego z tych odcinków oraz kosztach wykonania tych urządzeń na tle kosztów całej inwestycji.

Charakterystyka badanych obiektów drogowych

Przedsięwzięciem inwestycyjnym, które jest podstawą niniejszego opracowania jest rozbudowa drogi ekspresowej nr 7 do parametrów drogi ekspresowej S7 na wybranych odcinkach. Planowany układ docelowy drogi ekspresowej S7 określa załącznik do rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 20 października 2009 roku. Według tego rozporządzenia droga S7 połączy następujące miasta: Gdańsk – Elbląg – Olsztynek – Warszawa – Kielce – Kraków – Rabka. Planowana droga S7 ma długość około 720 km i przebiega przez następujące województwa: pomorskie, warmińsko-mazurskie, mazowieckie, świętokrzyskie, małopolskie. Przeprowadzona analiza dotyczy fragmentu drogi S7 łączącego Grójec i Jedlińsk; są to trzy odcinki: obwodnica Grójca, Grójec – Białobrzegi i Białobrzegi – Jedlińsk.

Analizowane odcinki mają łączną długość 41 km i 819 m i w całości leżą na terenie województwa mazowieckiego (rys. 1), przecinając powiaty grójecki, białobrzegi i częściowo radomski w osi północ-południe. Są to głównie tereny rolnicze o niewielkim zaludnieniu. Droga ekspresowa na tym odcinku tworzy barierę dla lokalnych mieszkańców oraz fauny i flory. Projektując, a następnie przebudowując wymienione odcinki S7, zadbano o dogodne przejścia dla ludzi i zwierząt, o ochronę wody i ochronę przed hałasem.

Obwodnica Grójca jest to fragment drogi na odcinku od km 410+260 do km 418+546, czyli 8,286 km. Trasa przebiega na zachód od miasta Grójec, rozpoczyna się skrzyżowaniem w Głuchowie, a kończy po przyłączeniu Alei Niepodległości, drogi wylotowej z Grójca. Przestrzeń w otoczeniu omawianego odcinka ma niewielką wartość krajobrazową



RYSUNEK 1. Odcinek obwodnica Grójca, Grójec – Białobrzegi, Białobrzegi – Jedlińsk
FIGURE 1. Grójec ring road part, Grójec – Białobrzegi part, Białobrzegi – Jedlińsk part

i rekreacyjną. Są to w większości tereny antropogeniczne, tylko w początkowym odcinku obwodnica Grójca przecina Obszar Chronionego Krajobrazu Doliny Rzeki Jeziorki i pośrednio sąsiaduje z Rezerwatem Przyrody Łęgacz nad Jeziorką. Odcinek ten przebiega w pobliżu okolicznej zabudowy mieszkaniowej, bezpośrednio sąsiaduje z uprawami rolniczymi i sadowniczymi oraz przekracza dwie rzeki – Jeziorkę i Molnicę. Poprawiając właściwości techniczne drogi, zadbano również o wprowadzenie elementów ochrony środowiska (Transprojekt-Warszawa 2005c). Wybudowano lub przebudowano wiele obiektów inżynierskich, w tym m.in.: przejazd gospodarczy pod drogą, mosty na rzekach Jeziorce i Molnicy, 5 kładek dla pieszych oraz 7 wiaduktów łączących omawiany odcinek z innymi drogami tworzące węzły i skrzyżowania. W celu ochrony wód powierzchniowych i podziemnych przed zanieczyszczeniami spływającymi z drogi wraz z wodami opadowymi, zbudowano system odwadniająco-oczyszczający. Głównie ma on zabezpieczać wody powierzchniowe rzek Jeziorki i Molnicy, ponieważ wody podziemne są naturalnie chronione przez warstwy gruntu o niskiej przepuszczalności. W jego skład wchodzi przydrożne rowy trawiaste (przepuszczające i szczelne), kanalizacja deszczowa, zbiorniki retencyjne i piaskowniki (Transprojekt-Warszawa 2005b). Dla ochrony przed hałasem wybudowano ekrany akustyczne o łącznej długości 6,5 km (Transprojekt-Warszawa 2005a). Po wykonaniu obowiązkowej porealizacyjnej analizy akustycznej rozpatrywane są dalsze zabezpieczenia pojedynczych budynków mieszkalnych (EKKOM 2010). Aby zminimalizować

negatywny wpływ inwestycji na otoczenie, zaprojektowano nasadzenia roślinne, które mają częściowo pochłaniać zanieczyszczenia powietrza i wspomagać zaprojektowane bariery akustyczne oraz z czasem zrekompensować straty spowodowane niezbędną wycinką. Umożliwiono migrację zwierząt w dolinie rzek Jeziorki i Molnicy, obliczając przekroje przejść pod mostami dopasowane do najczęściej występujących na tym terenie gatunków, oraz wyposażając odcinek w bezkolizyjne przejścia pod obwodnicą. Ponadto ogrodzono drogę na całej długości odcinka, co uniemożliwiło przedostawanie się zwierząt na jezdnię, zwiększając bezpieczeństwo ich, jak również użytkowników drogi.

Odcinek Grójec – Białobrzegi łączy się bezpośrednio od północy z obwodnicą Grójca, natomiast od południa z obwodnicą Białobrzegów. Jest to inwestycja obejmująca przebudowę do parametrów drogi ekspresowej na długości 17,8 km, rozpoczyna się w km 418+546, a kończy na km 436+380. Tworzy najkrótsze połączenie między wymienionymi miastami, biegnie przez tereny użytkowane rolniczo i sadowniczo, z rozproszoną zabudową wiejską, przecina jedynie niewielkie rzeki Kraskę i Widówkę. W celu ochrony lokalnych wód powierzchniowych i podziemnych, wody opadowe z przebudowanego odcinka krajowej drogi S7 ujmowane są przez bezpośredni spływ do otwartych rowów (lub fragmentarycznie systemem kanalizacji deszczowej wykonanej z rur polipropylenowych o średnicy 300–800 mm), skąd kierowane są przez zbiorniki retencyjno-oczyszczające lub bezpośrednio do istniejących cieków (Hydroprojekt 2005). Przed częścią wlotów zaprojektowano osadniki,

których zadaniem jest podczyszczenie odpływów tak, aby ilość zawieszin ogólnych nie przekraczała dopuszczalnych norm. Elementem pośredniej ochrony ludzi i zwierząt jest ogrodzenie zlokalizowane przy węzłach komunikacyjnych, przejazdach i przejściach dla pieszych. Dla zwiększenia bezpieczeństwa zwierząt ogrodzenie zaprojektowano również wokół zbiorników retencyjnych i odprowadzających. Chroniąc przed uciążliwym hałasem, zainstalowano sieć ekranów akustycznych o łącznej długości 9,7 km (rys. 2) (Mosty-Katowice 2005a). Trasa na tym odcinku nie koliduje z obszarami Natura 2000, a najbliższy obszar chroniony to Obszar Specjalnej Ochrony Ptaków (w dolinie Pilicy), występujący około 2 km na południe od omawianego odcinka. W związku z tym w ciągu drogi nie zaprojektowano dodatkowych elementów ochrony zwierząt, a jedynie dostosowano obiekty inżynieryjne, takie

jak mosty i przepusty pod drogą, tak, aby występujące na tym obszarze zwierzęta mogły z nich swobodnie korzystać (Mosty-Katowice 2005b). Dodatkowo po zakończeniu przebudowy nasadzono zieleni niską i wysoką w obrębie węzłów i wzdłuż drogi, rekompensując wycinkę roślinności podczas budowy oraz poprawiając estetykę przedsięwzięcia.

Ostatni omawiany odcinek to Białobrzegi – Jedlińsk, który rozpoczyna się w hektometrze 443+895 za obwodnicą Białobrzegów, a kończy się w hektometrze 459+594, w miejscowości Jedlińsk. Cały odcinek liczy 15,7 km, przecina niedużą rzekę Tymiankę i wieś Stary Gózd. Północna część odcinka znajduje się na terenie Obszaru Chronionego Krajobrazu Dolina Rzeki Pilicy i Drzewiczki, pokrywającego się również częściowo ze Specjalnym Obszarem Ochrony Natura 2000 Dolina Pilicy. Natomiast jego południowa część przebiega przez



RYSUNEK 2. Przezroczyste i aluminiowe ekrany akustyczne oraz ogrodzenie (strzałka) na odcinku Grójec – Białobrzegi

FIGURE 2. Transparent and aluminium noise protection screens and fence (arrow) on the Grójec – Białobrzegi part

uprawy rolnicze, głównie sadownicze. Otwarcie odcinka dla ruchu kołowego nastąpiło 16 lipca 2008 roku. Po modernizacji odcinka wyposażono go w liczne obiekty inżynierskie: przepusty pod drogą, mosty, wiadukty, kładki dla pieszych oraz wiadukt ekologiczny dla zwierząt (DHVP Polska 2005). Do ochrony wód powierzchniowych i podziemnych przed zanieczyszczeniami spływającymi z drogi wraz z wodami opadowymi, zaprojektowano system urządzeń oczyszczających. Podstawowymi elementami tego systemu są rowy przydrożne, trawiaste pobocza oraz zbiorniki retencyjne i separatory. Wzdłuż przebudowanego odcinka zaprojektowano ekrany akustyczne dla zabezpieczenia przed ponadnormatywnym oddziaływaniem hałasu drogowego na zabudowę mieszkaniową. W miejscowościach bezpośrednio sąsiadujących z przebudowywaną trasą S7 ekrany odgradzają zwartą zabudowę od pasa dro-

gi, a w celu ochrony rozproszonej zabudowy i terenów rolniczych nasadono roślinność niską i wysoką. Chcąc wyeliminować wypadki z udziałem zwierząt, licznie występującymi na terenie Obszaru Chronionego Krajobrazu, cały odcinek Białobrzegi – Jedlińsk jest obustronnie ogrodzony, dodatkowo wygradzono również odcinki dojazdowe i przejścia poprzeczne. Tak szczelnie ogrodzona droga stanowi barierę dla często migrujących zwierząt, dlatego modernizując odcinek zaplanowano liczne przejścia: dla małych zwierząt – przepusty dolne rurowe, dla średnich zwierząt – przejścia dolne (rys. 3), dla dużych zwierząt – przejście górne w postaci wiaduktu ekologicznego (rys. 4).

Po zakończeniu budowy posadzono nowe drzewa, tym samym rekompensując straty wynikające z wycinki pod drogę i powstałe podczas budowy. Nasadzono gatunki rodzime, dopasowane



RYSUNEK 3. Przepust ekologiczne pełniący funkcję przejścia dla średnich zwierząt na odcinku Białobrzegi – Jedlińsk

FIGURE 3. Ecological culvert for middle-size animals on the Białobrzegi – Jedlińsk part



RYSUNEK 4. Przejście górne dla dużych zwierząt na odcinku Białobrzegi – Jedlińsk
FIGURE 4. Ecological passage for large animal on the Białobrzegi – Jedlińsk part

do krajobrazu i zaspokajające potrzeby estetyczne użytkowników i lokalnych mieszkańców.

Analiza kosztów zabezpieczeń ekologicznych rozpatrywanej inwestycji drogowej

Opisane urządzenia i zabezpieczenia służące ochronie środowiska przyrodniczego dodatkowo podnoszą koszty inwestycji. Chcąc przeanalizować, jakie są to koszty oraz jaką część całej inwestycji stanowią, zestawiono je z całkowitymi kosztami realizacji inwestycji oraz porównano z kosztem realizacji odpowiadającej im branży budowlanej (odwodnienia, mosty i przepusty, ekrany akustyczne). Zestawienie dla wszystkich trzech odcinków łącznie przedstawia tabela 1 (dane o kosztach pochodzą z GDDKiA 2009, 2011a i 2011b).

W celu ochrony wód powierzchniowych i podziemnych, zastosowano separatory, piaskowniki oraz zbiorniki retencyjne. Na odcinku obwodnica Grójca koszt budowy wszystkich zbiorników

wyniósł 162 529 zł (0,1% kosztów przebudowy całego odcinka), a koszt budowy piaskowników wyniósł 153 620 zł (0,09% kosztów całkowitych) (GDDKiA 2009). Na odcinku Grójec – Białobrzegi koszt budowy separatorów wyniósł 99 000 zł (0,02% kosztów budowy całego odcinka), czyli piaskowniki kosztowały 63 000 zł, co stanowi również (0,02%, kosztów całkowitych budowy odcinka), koszt budowy zbiorników retencyjnych wyniósł 3 651 075 zł (0,88% kosztów całkowitych budowy odcinka) (GDDKiA 2011a). Na ostatnim odcinku Białobrzegi – Jedlińsk budowa separatorów kosztowała 883 907 zł (0,25%), a budowa zbiorników retencyjnych – 4 183 669 zł (1,17%) (GDDKiA 2011b). Koszty wszystkich wymienionych elementów służących ochronie wód dla odcinka obwodnica Grójca wynoszą około 0,19% kosztów całkowitych, dla odcinka Grójec – Białobrzegi – 0,92%, a dla odcinka Białobrzegi – Jedlińsk – 1,41%. Różnica ta jest jeszcze bardziej wyraźna, gdy zestawimy koszty urządzeń służących ochronie wód z kosztem całkowitym danej branży. Łatwo zauważyć, że

TABELA 1. Koszty elementów ochrony środowiska dla odcinków obwodnica Grójca, Grójec – Białobrzegi, Białobrzegi – Jedlińsk łącznie
 TABLE 1. Environmental cost of the ring road Grójec part, Grójec – Białobrzegi part and Białobrzegi – Jedlińsk part

Lp.	Element rozliczeniowy/Settling element	obwodnica Grójca/Grójec ring road		Grójec – Białobrzegi		Białobrzegi – Jedlińsk	
		Koszt/Cost [zł]	Udział w kosztach branży/całkowitych Share in cost of industry sector/total [%]	Koszt/Cost [zł]	Udział w kosztach branży/całkowitych Share in cost of industry sector/total [%]	Koszt/Cost [zł]	Udział w kosztach branży/całkowitych Share in cost of industry sector/total [%]
Branża – odwodnienie drogi/Industry sector – road drainage system							
1	separatory razem/ separators in total	0	0,00/0,00	99 000	1,25/0,02	883 906	4,42/0,25
2	zbiorniki retencyjne razem/retention reservoirs in total	162 529	4,61/0,10	3 651 075	46,28/0,88	4 183 669	20,92/1,17
3	piaskowniki razem/sand separators in total	153 620	4,36/0,09	63 000	0,80/0,02	0	0,00/0,00
4	Σ (1 + 2 + 3)	316 149	8,97/0,19	3 813 075	48,33/0,92	5 067 576	25,34/1,41
5	koszt wszystkich elementów – odwodnienie drogi/cost of all elements – road drainage system	3 523 271	100,00/2,14	7 889 037	100/1,90	20 002 065	100,00/5,58
Branża – mosty/Industry sector – bridges							
6	przepusty ekologiczne razem/ecological culverts in total	929 143	1,88/0,56	4 494 408	6,27/1,08	4 859 475	7,18/1,36
7	wiadukty ekologiczne razem/ecological passages in total	0	0,00/0,00	0	0,00/0,00	17 041 390	25,18/4,76
8	Σ (6 + 7)	929 143	1,88/0,56	4 494 408	6,27/1,08	21 900 865	32,37/6,11
9	koszt wszystkich elementów – mosty/cost of all elements – bridges	49 297 917	100,00/29,90	71 725 402	100,00/17,29	67 666 331	100,00/18,89

Ekran akustyczne/Noise protection screens									
10	ekran typu zielona ściana/noise protection screens 'green wall'	8 358 013	55,93/5,07	6 312 408	31,88/1,52	15 527 950	60,16/4,33		
11	ekran z paneli aluminiowych lub stalowych/ /aluminium and steel noise protection screens	0	0,00/0,00	8 458 372	42,72/2,04	5 115 906	19,82/1,43		
12	ekran z elementami przezroczystymi/ /transparent and aluminium noise protection screens	3 882 967	25,98/2,36	0	0,00/0,00	5 166 957	20,02/1,44		
13	ekran przezroczyste/ /transparent noise protection screens	2 148 512	14,38/1,30	0	0,00/0,00	0	0,00/0,00		
14	Σ (10 + 11 + 12 + 13)	14 389 492	96,29/8,73	14 770 780	74,60/3,57	25 810 814	100,00/7,21		
15	koszt wszystkich elementów – ekrany akustyczne/cost of all elements – noise protection screens	14 943 221	100,00/9,06	19 798 981	100,00/4,77	25 810 814	100,00/7,21		
Pozostałe zabezpieczenia ekologiczne/Other environmental protection structures									
16	koszt wszystkich elementów – zieleni drogową/cost of all elements – road greenery	2 202 854	1,34	101 383	0,02	2 802 331	0,78		
17	koszt wszystkich elementów – ogrodzenia/cost of all elements – fences	267 526	0,16	634 676	0,15	3 298 589	0,92		
Koszty całkowite inwestycji/Total cost of the investment									
18	koszt zabezpieczeń ekologicznych łącznie/total cost of all environmental protection structures Σ (4 + 8 + 14 + 16 + 17)	18 105 164	10,98	23 814 322	5,74	58 880 175	16,44		
19	koszt całkowity przebudowy odcinka/total cost of rebuilding road section	164 878 691	100,00	414 748 995	100,00	358 232 692	100,00		

Źródło: Hydroprojekt 2005, Mosty-Katowice 2005, GDDKiA 2009, 2011a i 2011b, EKKOM 2010.
Source: Hydroprojekt 2005, Mosty-Katowice 2005, GDDKiA 2009, 2011a i 2011b, EKKOM 2010.

odwodnienie drogi dla odcinka obwodnica Grójca stanowiło 8,97% tych kosztów, dla odcinka Grójec – Białobrzegi – 48,33%, a dla odcinka Białobrzegi – Jedlińsk – 25,34%.

Przepusty ekologiczne o podobnej konstrukcji powstały w ciągu drogi na wszystkich trzech odcinkach. Koszt przepustów dla obwodnicy Grójca to 929 143 zł, (0,56% kosztów całej inwestycji), a w przypadku odcinka Grójec – Białobrzegi jest to koszt 4 494 408 zł, (1,08% kosztów budowy tego odcinka). W przypadku odcinka Białobrzegi – Jedlińsk koszt budowy przepustów to 4 859 475 zł (1,36% kosztów całkowitych). Dodatkowo, dla ochrony zwierząt nad odcinkiem drogi Białobrzegi – Jedlińsk, wybudowano wiadukt ekologiczny za 17 041 390 zł (4,76% kosztów całkowitych budowy odcinka). W stosunku do kosztów całej branży mostowej, w której zawierają się koszty przepustów, jest to odpowiednio dla odcinka obwodnica Grójca 1,88%, Grójec – Białobrzegi 6,27%, Białobrzegi – Jedlińsk 32,37%.

Kolejnym ważnym elementem ochrony środowiska są ekrany akustyczne chroniące przed hałasem. Dla odcinka obwodnica Grójca, koszt ich budowy to 14 943 221 zł, co stanowi 9,06% kosztów całkowitych budowy odcinka, dla odcinka Grójec – Białobrzegi jest to 19 798 981 zł, czyli 4,77% kosztów całkowitych, dla odcinka Białobrzegi – Jedlińsk jest to 7,21%, czyli 25 810 814 zł.

Elementami uwzględnionymi w tabeli 1 są również koszty ogrodzenia drogi: dla odcinka obwodnica Grójca – 267 526 zł (0,16% kosztów całkowitych), dla odcinka Grójec – Białobrzegi – 634 676 zł (0,15%), dla odcinka Białobrzegi – Jedlińsk – 3 298 589 zł (0,92%).

Ostatnim wymienionym elementem ochrony środowiska jest zieleń drogowa. Na odcinku obwodnica Grójca koszt nasadzeń wyniósł 2 202 854 zł (1,34% kosztów całkowitych), na odcinku Grójec – Białobrzegi – 101 383 zł (0,24%), a na odcinku Białobrzegi – Jedlińsk – 2 802 331 zł (0,78%).

Podsumowanie i wnioski

Żaden z wcześniej omawianych odcinków drogi S7 nie leży w granicach sieci Natura 2000, a zaprojektowane urządzenia chroniące siedliska oraz faunę i florę omawianych obszarów dostosowane są do obowiązujących przepisów. Ochrona powietrza wzdłuż wybudowanych odcinków zgodnie z europejską dyrektywą i polskim rozporządzeniem wymaga, aby stężenia szkodliwych substancji w powietrzu nie przekraczały dopuszczalnych norm. Ponieważ prognozowanie zanieczyszczenia powietrza jest bardzo trudne stosuje się metody obliczeniowe, które jedynie przybliżają, jakie będą to wartości, jednak nie są to precyzyjne dane. Na podstawie wykonanych obliczeń dla odpowiednich odcinków (raporty oddziaływania na środowisko, DHV Polska 2005, Mosty-Katowice 2005b, Transprojekt-Warszawa 2005c) prognozowane stężenia zanieczyszczeń w powietrzu nie przekraczają dopuszczalnych wartości. Zatem nie ma wymogu zastosowania urządzeń chroniących powietrze na omawianych odcinkach. Elementem pośrednio pełniącym funkcję ochrony powietrza, naturalnie zmniejszającym ilość zanieczyszczeń w powietrzu jest zieleń drogowa. Nasadzenia drzew i krzewów tworzą naturalną

barierę rozprzestrzeniających się zanieczyszczeń. Koszt takich nasadzeń jest stosunkowo mały i w przybliżeniu stanowi 1% kosztów całej inwestycji, natomiast dobrze dobrana oraz regularnie pielęgnowana zieleń drogowa będzie inwestycją na długi czas, dodatkowo zwiększając walory estetyczne inwestycji drogowej. Bardzo ważne jest monitorowanie jakości powietrza wzdłuż ciągów komunikacyjnych po oddaniu ich do eksploatacji, tym samym kontrolując wpływ wykonanych nasadzeń na jakość i ilość zanieczyszczeń powietrza.

Kolejnym punktem zabezpieczeń jest ochrona wód. Zgodnie z polskim prawem wody opadowe z powierzchni drogi traktowane są jako ścieki, jednak przepisy dopuszczają wprowadzanie ich do wód powierzchniowych i gruntowych pod warunkiem, że zawartość substancji szkodliwych nie przekracza dopuszczalnych norm (podstawowym wskaźnikiem jest zawartość zawiesin ogólnych oraz substancji ropopochodnych w ściekach). Na omawianych odcinkach trasy S7 zastosowano podstawowe i zarazem najczęstsze rozwiązanie w postaci odprowadzenia wód z drogi do rowów trawiastych. Są one zlokalizowane po obu stronach jezdni, gdzieśgdzie uzupełnione zamkniętą kanalizacją deszczową. Dodatkowo dla uzyskania odpowiednich parametrów ścieków przed wprowadzeniem ich do lokalnych cieków powierzchniowych, zastosowano osadniki, separatory oraz zbiorniki retencyjno-filtracyjne oraz retencyjno-odparowujące. Koszty odwodnienia wraz z systemem podczyszczania ścieków zależą głównie od ilości zastosowanych urządzeń (separatorów i osadników) oraz ich zaawansowania technologicznego,

a warto podkreślić, że istnieje wiele rozwiązań skutecznego oczyszczania wód. W przypadku odwodnienia drogi ciężko wyznaczyć koszty związane jedynie z ochroną środowiska, sam koszt urządzeń oczyszczających odcieki to wartości około 1% kosztów całkowitych inwestycji, natomiast kompletne odwodnienie to koszt około 2%, tylko dla odcinka Białobrzegi – Jedlińsk jest to ponad 5%.

Koszty skutecznego odwodnienia, a zarazem i oczyszczenia wód, nie są wygórowane w omówionych przypadkach (ok. 2–5% kosztów całej inwestycji, patrz tabela 1). Dodatkowo kreatywnie zaprojektowane odwodnienie wraz z oczyszczeniem może stanowić atrakcyjne urozmaicenie terenu, zwiększyć walory estetyczne, a nawet w pewnych warunkach sprzyjać rekreacji, czego przykładem są zbiorniki retencyjne dla Trasy Siekierkowskiej. Należy zauważyć, że woda stanowi zasób, który przy niewielkim wroście kosztów całej inwestycji można prawie całkowicie uchronić przed zanieczyszczeniem (Fronczyk et al. 2010). Dobrze zaprojektowane i wykonane odwodnienie nie będzie jednak prawidłowo działało bez regularnej i starannej konserwacji, dlatego w przypadku odwodnienia dróg tak ważne jest późniejsze prawidłowe i regularne konserwowanie wykonanych systemów odwadniających.

Ochrona przed hałasem to zagadnienie skomplikowane (Bohatkiewicz 2006). Dyrektywa unijna 2002/49/WE nakazuje „obniżenie hałasu z głównych źródeł, w szczególności taboru drogowego (...)”, a dopuszczalne normy hałasu podaje polskie rozporządzenie. W trakcie realizacji wszystkich trzech odcinków obowiązującą normą było

55 dB dla zabudowy jednorodzinnej oraz 50 dB dla zabudowy zbiorowej i zagrodowej. Ponadto ekrany nie mogą ograniczać dostępu światła dziennego oraz odbijać promieni słonecznych i światła pojazdów. Zatem poza odpowiednimi wymiarami muszą być one wykonane z odpowiednich materiałów. Koszt zabezpieczenia przed hałasem w postaci zastosowanych ekranów akustycznych jest stosunkowo duży (szczególnie w stosunku do innych branż) i stanowi średnio 6,5% kosztów całej inwestycji. Na odcinku Białobrzegi – Jedlińsk nominalny koszt budowy 5,5 km ekranów akustyczny to aż 25,8 mln zł, na odcinku obwodnica Grójca koszt budowy ekranów wyniósł aż 8,73% kosztów całej przebudowy.

Zabezpieczenie przed hałasem używane przez stawianie ekranów akustycznych jest obecnie tematem kontrowersyjnym. Chcąc spełnić ówczesne normy, ekrany powinny być wysokie, długie i szczelne. Jednak tworzenie tak szczelnego wygradzenia często budzi sprzeciw lokalnej ludności oraz zmniejsza walory estetyczne krajobrazu. Dodatkowo ich koszty stanowią znaczącą część inwestycji. W 2009 roku, czyli w momencie przebudowy omawianych odcinków drogi S7, obowiązywało rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. (Dz.U. 2007 nr 120, poz. 826) w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku. I tak dla terenów otaczających drogę dla zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej w przedziale 16-godzinnym dopuszczalny poziom hałasu to 55 dB i w przedziale 8-godzinnym to 50 dB, a dla terenów zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego oraz tere-

nów zabudowy zagrodowej w przedziale 16-godzinnym 60 dB i przedziale 8-godzinnym 50 dB. Obecnie wymagania te złagodzone i jest to odpowiednio 61 dB i 56 dB dla zabudowy jednorodzinnej oraz 65 dB i 56 dB dla zabudowy wielorodzinnej i terenów zabudowy zagrodowej. Tak podwyższone dopuszczalne normy powinny spowodować obniżenie kosztów ochrony przed hałasem.

Każdy, kto mieszka w pobliżu drogi powinien mieć zapewnione odpowiednie warunki akustyczne, jednak wątpliwości budzi, czy ekran zabezpieczający przed hałasem nadmiernie nie utrudnia dostępu do lokalnej infrastruktury. Czy musi być on wzdłuż całej drogi? Wydaje się, że obowiązujące przepisy powinny być bardziej elastyczne i dawać większą możliwość dostosowania rozwiązań do konkretnych uwarunkowań. Jednym z interesujących i proekologicznych rozwiązań w tym zakresie jest nasadzenie zieleni drogowej i tworzenie naturalnych barier. Co prawda nie chronią one tak skutecznie jak ekrany i wymagają pielęgnacji w trakcie eksploatacji drogi, ale z pewnością zwiększają walory estetyczne i nie tworzą szczelnej bariery. Dodatkowo skutecznym rozwiązaniem mogłoby być zmniejszanie hałasu u źródła, czyli zwiększanie wymogów dotyczących źródeł emisji hałasu.

Krajowe wytyczne wymieniają następujące budowle służące ochronie zwierząt na drogach: przepusty i tunele pod drogą oraz wiadukty nad drogą. Dodatkowym zabezpieczeniem jest ogrodzenie, najczęściej jest to siatka stalowa, wał ziemny lub inne ekrany służące ochronie środowiska (Jędrzejewski, red. 2006). Na omawianych odcinkach drogi S7 zastosowano każde z tych rozwiązań.

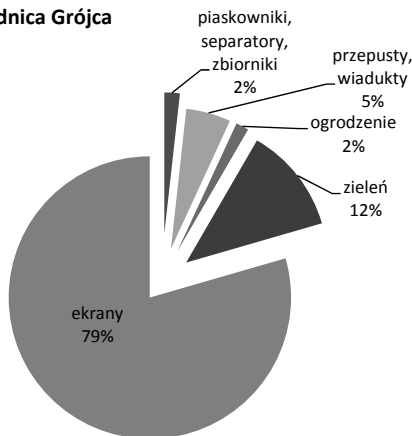
Wszystkie trzy odcinki są dość szczelnie ogrodzone siatką o różnej średnicy oczek, dodatkowo barierę dla zwierząt stanowią ekrany akustyczne. Koszt instalacji ogrodzeń na drodze klasy S nie przekracza 1% kosztów całej inwestycji. Jest to nieduży koszt, a wyraźnie zwiększa bezpieczeństwo zwierząt i użytkowników drogi, przy czym dla obniżenia kosztów można dodatkowo wykorzystać inne nowo tworzone bariery budowane (np. ekrany akustyczne) lub dostosować przeszkody naturalne istniejące wzdłuż drogi. Biorąc pod uwagę zazwyczaj bardzo poważne konsekwencje dla ludzi i zwierząt ich kolizji na drogach oraz niski koszt zabezpieczeń, ogrodzenia powinny stanowić stały element zabezpieczeń dróg szybkiego ruchu.

W celu umożliwienia przemieszczania się przez drogę zwierząt na odcinkach obwodnica Grójca oraz Grójec – Białobrzegi wykorzystano przepusty rowów melioracyjnych oraz prześwitki pod mostami. Zarówno przepustom, jak i mostom na etapie projektowania nadano takie parametry, aby mogły z nich korzystać małe i średnie zwierzęta. Dolne przejścia są stosunkowo tanie w budowie i często wykorzystywane przez małe i średnie zwierzęta. Koszt budowy przepustów na odcinku to średnio 1% kosztów całkowitych przebudowy odcinka, a zapewniają one ciągłość cieków wodnych i drogę do przemieszczania się zwierząt. Są to urządzenia bardzo potrzebne, a koszt ich budowy nie stanowi znaczącej części kosztów całkowitych. Trudno dokładnie oszacować koszty dostosowania mostów tak, aby ich wymiary zapewniały możliwość przemieszczania się zwierząt, ale należy oczekiwać, że jest to wartość znacznie

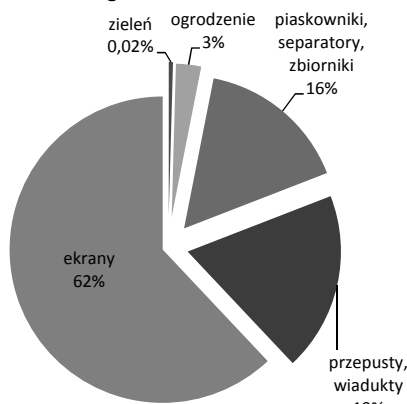
mniejsza od kosztów wybudowania samodzielných urządzeń służących jedynie zwierzętom.

Jedynie na odcinku Białobrzegi – Jedlińsk poza przepustami i przejściami pod mostami wybudowano wiadukt ekologiczny dla dużych zwierząt. Budowa dużego górnego przejścia w Suchej to koszt 17 mln zł, czyli 4,8% kosztów całej inwestycji. Przy kosztach mający tak znaczący wpływ na końcową kwotę całej inwestycji należy bardzo starannie wybierać miejsca lokalizacji wiaduktów ekologicznych. Z analizy porealizacyjnej dla omawianego przejścia górnego wynika (EKKOM 2010), że przejście zostało dobrze zaprojektowane i wykonane, jednak jest nie najlepiej konserwowane i pielęgnowane, co powoduje, że zwierzęta, którym miało służyć docelowo (łoś, daniel), z niego nie korzystają. W wielu wypadkach bardzo trudno jest przeanalizować rzeczywistą efektywność wykorzystania wykonanych przejść dla zwierząt, ponieważ brakuje szczegółowych danych, co do ilości zwierząt i gatunków z nich korzystających. Na szczęście, wybudowane przejścia są coraz częściej monitorowane i dzięki temu powstaje coraz więcej opracowań sporządzonych na podstawie zebranych obserwacji. Budowa dużych wiaduktów ekologicznych musi być poprzedzona wnikliwą analizą ich ewentualnej lokalizacji a zatem i skuteczności, zaprojektowana i wykonana zgodnie z zaleceniami przyrodników oraz musi być zapewniona pielęgnacja wykonanych nasadzeń. Celowe jest także podanie obserwacji wykonanych przejść pod kątem ich praktycznej efektywności. Zwraca na to uwagę Kurek (Kurek 2010 i 2011) pisząc „Skuteczność przejść dla

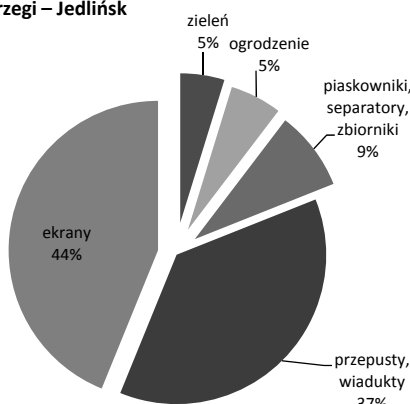
obwodnica Grójca



Grójec – Biało-brzezi



Biało-brzezi – Jedliński



RYSUNEK 5. Podział kosztów zabezpieczeń ekologicznych na poszczególne branże
 FIGURE 5. Sector cost structure ecological provision

zwierząt zależy od wielu czynników, które należy uwzględnić na etapie projektowania, budowy i użytkowania drogi. Podstawowe to: lokalizacja, dobranie odpowiedniego typu, parametrów i ilości przejść oraz zagospodarowanie terenu przez odpowiednie nasadzenia”.

Rozpatrując łącznie koszty omówionych zabezpieczeń ekologicznych w odniesieniu do kosztów całkowitych inwestycji, wynoszą one odpowiednio dla rozpatrywanych odcinków 10,98, 5,74 i 16,44%. Na wszystkich trzech odcinkach znaczącą pozycję stanowią koszty wykonania ekranów akustycznych. Łątwo można wyliczyć, że jest to odpowiednio 79, 62 i 44% kosztów wszystkich zabezpieczeń ekologicznych dla rozpatrywanych odcinków. Na odcinku Biało-brzezi – Jedliński znaczącą pozycją tych kosztów było wykonanie jednego przejścia górnego dla dużych zwierząt, które stanowiło 28,9% kosztów wszystkich zabezpieczeń ekologicznych na tym odcinku, co w połączeniu z innymi zabezpieczeniami z branży mostowej dało łącznie 37% kosztów tych zabezpieczeń. Koszty pozostałych zabezpieczeń ekologicznych, a więc ochrony wód, ogrodzeń i zieleni stanowiły wyraźnie mniejszy procent poniesionych nakładów. Biorąc pod uwagę złagodzenie norm dotyczących hałasu, należy spodziewać się, że pozwoli to znacząco ograniczyć sumaryczne koszty zabezpieczeń ekologicznych.

Podsumowując, można stwierdzić, że w trakcie planowania i realizacji inwestycji drogowych konieczne jest uwzględnienie wielu aspektów ochrony środowiska zgodnie z obowiązującymi przepisami. Warto zaznaczyć, że niezależnie od istniejących aspektów praw-

nych bardzo ważny jest dobór i lokalizacja odpowiednich urządzeń służących ochronie środowiska, dostosowany do istniejących lokalnych warunków. Tylko regularna współpraca projektantów i inwestorów z przyrodnikami już na etapie powstawania projektu może zaowocować efektywną ochroną przyrody oraz optymalizacją kosztów zaprojektowanych urządzeń. Bardzo istotnym elementem trwałości i skuteczności wykonanych zabezpieczeń jest regularna ich konserwacja i pielęgnacja zieleni. W przeciwnym razie nakłady poniesione na wykonanie zabezpieczeń środowiskowych przy realizacji inwestycji drogowych mogą nie przynieść spodziewanych efektów, a stać się jedynie narzędziem do formalnego spełnienia wymagań prawnych.

Literatura

- BOHATKIEWICZ J. 2006: Problemy skutecznej ochrony przed hałasem. Autostrady nr 5, 6. Warszawa.
- DHV Polska 2005: Raport Oddziaływania na Środowisko dla Rozbudowy drogi krajowej nr 7 do parametrów drogi ekspresowej na odcinku Białobrzegi-Jedlińsk. Warszawa.
- EKKOM 2010: Analiza porealizacyjna dla drogi krajowej nr 7 na odcinku Białobrzegi-Jedlińsk od km 443+895 do km 459+594 w zakresie pomiarów hałasu oraz skuteczności i funkcjonalności zastosowanych rozwiązań umożliwiających migrację zwierząt. Kraków.
- EKKOM 2010: Analiza porealizacyjna klimatu akustycznego dla obwodnicy Grójca w ciągu drogi krajowej nr 7 na odcinku od km 410+260 do km 418+546.
- FRONCZYK J., PAWLUK K., MICHNIAK M. 2010: Application of permeable reactive barriers near roads for chloride ions removal. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Land Reclamation* 42 (2): 249–259.
- Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad 2009: Tabele elementów rozliczeniowych dla przebudowy drogi krajowej nr 7 do parametrów drogi ekspresowej na odcinku obwodnicy Grójca. GDDKiA, Warszawa.
- Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad 2011a: Tabele elementów rozliczeniowych dla przebudowy drogi krajowej nr 7 do parametrów drogi ekspresowej na odcinku Grójec-Białobrzegi. GDDKiA, Warszawa.
- Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad 2011b: Tabele elementów rozliczeniowych wraz płatności dla przebudowy drogi krajowej nr 7 do parametrów drogi ekspresowej na odcinku Białobrzegi-Jedlińsk. GDDKiA, Warszawa.
- Hydroprojekt 2005: Projekt Wykonawczy Melioracje dla Rozbudowy drogi krajowej nr 7 do parametrów drogi ekspresowej na odcinku Grójec-Białobrzegi. GDDKiA, Sosnowiec.
- KUREK R. 2010: Poradnik projektowania przejść dla zwierząt i działań ograniczających śmiertelność fauny przy drogach. Stowarzyszenie Pracownia na rzecz Wszystkich Istot, Bystra.
- KUREK R. 2011: Przejścia dla zwierząt przy drogach – rozwiązania optymalne oraz doświadczenia i problemy w zakresie projektowania. Cz. 1, 2. *Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne* 3: 78–81, 4: 56–59.
- Mosty-Katowice 2005a: Projekt wykonawczy Ekrany akustycznych i ogrodzenie dla Rozbudowy drogi krajowej nr 7 do parametrów drogi ekspresowej na odcinku Grójec-Białobrzegi. Katowice.
- Mosty-Katowice 2005b: Raport Oddziaływania na Środowisko dla Rozbudowy drogi krajowej nr 7 do parametrów drogi ekspresowej na odcinku Grójec-Białobrzegi. Katowice.
- JĘDRZEJEWSKI W. (red.) 2006: Zwierzęta a drogi. Metody ograniczania negatywnego wpływu dróg na populację dzikich zwierząt. Zakład Badania Ssaków Polskiej Akademii Nauk, Białowieża.
- Transprojekt-Warszawa 2005a: Projekt architektoniczno budowlany ekranów akustycznych dla rozbudowy drogi krajowej nr 7 do parametrów drogi ekspresowej na odcinku obwodnicy Grójca. Warszawa.

- Transprojekt-Warszawa 2005b: Projekt Wykonawczy Kanalizacja deszczowa i urządzenia oczyszczające dla Rozbudowy drogi krajowej nr 7 do parametrów drogi ekspresowej na odcinku obwodnicy Grójca. Warszawa.
- Transprojekt-Warszawa 2005c: Raport Oddziaływania na Środowisko dla Rozbudowy drogi krajowej nr 7 do parametrów drogi ekspresowej na odcinku obwodnicy Grójca. Warszawa.

Streszczenie

Wpływ uwarunkowań środowiskowych na koszty realizacji inwestycji drogowych na przykładzie przebudowy odcinka drogi krajowej S7. Na przykładzie przebudowy drogi krajowej S7 omówiono sposoby ochrony środowiska przy realizacji drogowych obiektów inżynierskich. Zastosowane rozwiązania techniczne zostały dobrane zgodnie z obowiązującym prawem dla konkretnych uwarunkowań środowiskowych istniejących wzdłuż przykładowych odcinków drogi. Na ich podstawie wyróżniono elementy, które podlegają ochronie oraz urządzenia (systemy) służące do ich ochrony. Następnie przeprowadzono analizę finansową kosztów realizacji inwestycji, ze szczególnym uwzględnieniem kosztów zabezpieczeń służących ochronie środowiska. Wykazano znaczny udział kosztów wykonania ekranów akustycznych. Zwrócono uwagę na konieczność wykonywania prac konserwacyjnych i pielęgnacji zieleni w trakcie eksploatacji omawianych obiektów, jako niezbędny element skuteczności zaprojektowanych i wykonanych zabezpieczeń.

Summary

Environmental conditions influence on the implementation costs on the example of rebuilding part of the national road S7. The S7 national road rebuilding served as an example to present environment protection methods when realizing engineering structures. Used technical solution has been chosen to match specific environmental conditions that can be found along the sample parts of the road. European and national legislation which is the basis for the study, determine technical and environmental requirements of the road constructions. According to this legislation environmentally protected components have been selected as well as devices (systems) that serve as their protection. Subsequently, financial analysis of the implementation cost has been conducted. This was done with special emphasis on environmental costs. It was proven that acoustic screens implementation is a significant part of such costs. In the end, necessity to conduct preservation works and nurturing of the greenery was highlighted, as being indispensable part of the designed and implemented protection.

Author's address:

Anna Gradowska, Mieczysław Połoński
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie
Katedra Geoinżynierii
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa
e-mail: mieczyslaw_polonski@sggw.pl
anka.gradowska@gmail.com